

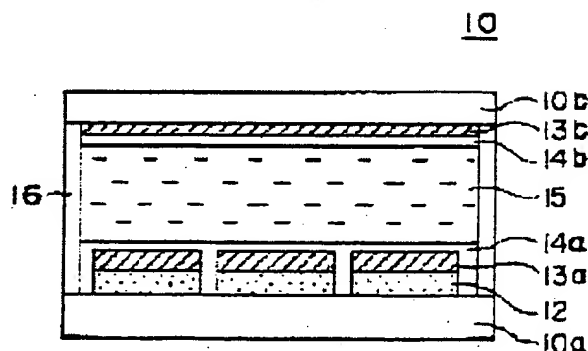
## REFLECTING TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND ITS MANUFACTURE

**Patent number:** JP10282482  
**Publication date:** 1998-10-23  
**Inventor:** ICHIMURA KOJI  
**Applicant:** DAINIPPON PRINTING CO LTD  
**Classification:**  
 - international: G02F1/1333; G02F1/1335; G02F1/1343; G02F1/136  
 - european:  
**Application number:** JP19970096405 19970401  
**Priority number(s):**

### Abstract of JP10282482

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve display performance by reducing a leak current between electrodes by laminating an optically reflecting metal on an insulated resin layer with substantially the same shape as an electrode pattern so as to form an electrode.

**SOLUTION:** Two opposed glass substrates 10a and 10b are provided, stripe electrodes 13a are provided on the side of the opposed substrate face of the substrate 10a through insulated layers 12 and an oriented film 14a is formed on these in addition. A stripe opposed electrode 13b is formed so as to be orthogonal with the pixel electrodes 13a on the side of the opposed substrate face of the substrate 10b and an oriented film 14b is formed on the electrode 13b in addition. The electrode on the side of the substrate 10a is formed of a reflecting conductive metal for improving a reflecting effect. These pixel electrodes 13a are provided through the insulated layers with substantially the same shape as the electrode pattern. As the electrodes 13a are formed to be mutually separated including the insulated layers 12, the leak current between the electrodes is reduced.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Tsuda EXHIBIT 1001  
 Jang v. Tsuda  
 Interference 105,203

特開平10-282482

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 2 F 1/1333

5 0 5

G 0 2 F 1/1333

5 0 5

1/1335

5 2 0

1/1335

5 2 0

1/1343

1/1343

1/136

5 0 0

1/136

5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平9-96405

(22) 出願日

平成9年(1997)4月1日

(71) 出願人 000002897

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

(72) 発明者 市村 公二

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小西 淳美

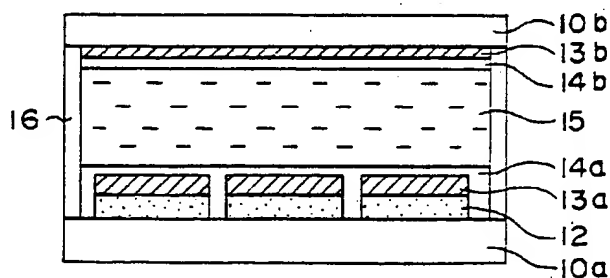
(54) 【発明の名称】 反射型液晶ディスプレイ装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 反射型液晶ディスプレイ装置において、電極間のリーク電流発生が少ない装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 電極表面に反射性を持たせた反射型液晶ディスプレイ装置において、電極層下層の絶縁層を電極パターンと同様にパターン形成して相互に離隔を図ることにより、電極間のリーク電流の発生を減少させることができる。また、絶縁層のパターン形成と同時に絶縁層表面に微細凹凸形状を形成することにより外部物体光が電極表面で鏡面反射せず、観察側からの映像の視認性を向上させることもできる。このような絶縁層は、基板上にポジ型感光性材料層を形成した後、電極パターンと実質的に同一のパターンで絶縁層を光露光してエッチングすることにより形成することができる。

10



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 平滑な基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置において、当該電極が電極パターンと実質的に同一形状を有する絶縁性樹脂層上に光反射性金属を積層して形成されていることを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置。

【請求項2】 TFT素子が形成された基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置において、当該電極が電極パターンと実質的に同一形状を有する絶縁性樹脂層上に光反射性金属を積層して形成されていることを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置。

【請求項3】 電極が微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層上に光反射性金属を積層して形成されていることを特徴とする請求項1および請求項2記載の反射型液晶ディスプレイ装置。

【請求項4】 平滑な基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法において、基板上に絶縁性を有する感光性樹脂層を形成する工程と、乾燥後の当該感光性樹脂層を電極パターンと実質的に同一形状を有するフォトマスクを介して光露光する工程と、当該光露光後の感光性樹脂層を現像処理して乾燥する工程と、当該絶縁性樹脂層上に薄層の光反射性金属を積層する工程と、当該光反射性金属層を電極パターンに形成する工程と、を含むことを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法。

【請求項5】 TFT素子が形成された基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法において、基板上に絶縁性を有する感光性樹脂層を形成する工程と、乾燥後の当該感光性樹脂層を電極パターンと実質的に同一形状であってコンタクトホールのパターンを有するフォトマスクを介して光露光する工程と、当該光露光後の感光性樹脂層を現像処理して乾燥する工程と、当該絶縁性樹脂層上に薄層の光反射性金属を積層する工程と、当該光反射性金属層を電極パターンに形成する工程と、を含むことを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法。

【請求項6】 平滑な基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法において、基板上に絶縁性を有する感光性樹脂層を形成する工程と、乾燥後の当該感光性樹脂層を微細凹凸形状を有する光透過性材料を介して光露光する工程と、さらに当該感光性樹脂層を電極パターンと実質的に同一形状を有するフォトマスクを介して光露光する工程と、当該光露光後の感光性樹脂層を現像処理して乾燥する工程と、当該微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層上に薄層の光反射性金属を積層する工程と、当該光反射性金属層を電極パターンに形成する工程と、を含むことを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法。

【請求項7】 TFT素子が形成された基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置の製造方

法において、基板上に絶縁性を有する感光性樹脂層を形成する工程と、乾燥後の当該感光性樹脂層を微細凹凸形状を有する光透過性材料を介して光露光する工程と、さらに当該感光性樹脂層を電極パターンと実質的に同一形状であってコンタクトホールのパターンを有するフォトマスクを介して光露光する工程と、当該光露光後の感光性樹脂層を現像処理して乾燥する工程と、当該微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層上に薄層の光反射性金属を積層する工程と、当該光反射性金属層を電極パターンに形成する工程と、を含むことを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法。

【請求項8】 微細凹凸形状を有する光透過性材料がすりガラスであることを特徴とする請求項6および請求項7記載の反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、反射型液晶ディスプレイ装置およびその製造方法に関し、さらに詳しくは、ノート型パーソナルコンピュータやワードプロセッサなどのOA機器、ポケットテレビ等の各種映像機器およびゲーム機器などに好適に用いられる反射型液晶ディスプレイ装置とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ポケット液晶テレビ、ラップトップパソコン、ワードプロセッサなどへの液晶ディスプレイ装置の応用が急速に進展している。特に、液晶ディスプレイ装置のなかでも外部から入射した光を反射させて表示を行う反射型液晶ディスプレイ装置は、バックライトが不要であること、低消費電力で電池駆動ができること、かつ薄型、軽量である点で注目を集めている。

【0003】この反射型液晶ディスプレイ装置には、液晶をツイストネマティック(TN)モードで駆動するTN方式、スーパーツイストネマティック(STN)モードで駆動するSTN方式が知られている。TN方式は、液晶表示素子の光学的性質を利用して、電圧無印加時の旋光特性と、電圧印加時の偏光解消特性とを利用してモノクロ表示を行うものである。また、液晶中に2色性染料を添加し、電圧により液晶の配向を制御することで2色性染料の配向を制御し表示を行う、アモルファス・カイラル・ネマチック・ゲストホスト液晶も知られている。このものは偏光板が不要であることから高い輝度と広い視野角が得られる特徴がある。

【0004】一方、カラー液晶表示に関しては、液晶表示素子内に、R、G、Bの各カラーフィルターを設け、光スイッチング特性を利用し、加色混合によりマルチカラー表示あるいはフルカラー表示を行うようにしたものである。現在、TN方式は、アクティブマトリックス駆動や単純マトリックス駆動を適用した、携帯可能ないわゆるポケット液晶テレビのディスプレイに採用されている。

【0005】図10は、従来のモノクロ反射型液晶ディスプレイ装置の構造を示す図である。図において、液晶ディスプレイ装置20は、対向する2枚のガラス基板20aおよび20bを有しており、基板20aの対向面側には、絵素を構成するストライプ状の電極23aが絶縁層22上に設けられており、さらにこれらの上には配向膜24aが形成されている。基板20bの対向面側にもストライプ状の対向電極23bが電極23aと直交するように形成されており、さらに対向電極23b上には、配向膜24bが形成されている。観察側の基板20bにおける対向電極23bは透明電極で形成されるが、基板20aの電極23aは反射効果を高めるために反射性の導電金属で形成される。この基板20aと基板20bの電極を単純マトリックス走査して、液晶画面を表示させる。

【0006】図11は、TFT素子を使用した従来のモノクロ反射型液晶ディスプレイ装置の構造を示す図である。図において、液晶ディスプレイ装置20は、対向する2枚のガラス基板20aおよび20bを有しており、基板20aの対向面側には、画素を構成するTFT素子21およびマトリックス状に配列された電極23aが絶縁層22上に設けられており、さらにこれらの上には配向膜24aが形成されている。基板20bの対向面側には平面状の共通電極23bが形成されており、さらに共通電極23b上には、配向膜24bが形成されている。観察側の基板20bにおける共通電極23bは透明電極で形成されるが、基板20aの電極23aは反射効果を高めるために反射性極導電金属で形成される。

【0007】上記電極基板20aおよび対向基板20b間は、スペーサー（不図示）により一定間隔離されて保持されており、配向膜間にはゲストホスト型液晶等の液晶層25が封入され、両ガラス基板の周囲は封止材料26により封止されている。従来の反射型液晶表示素子では素子の裏面に、視野角を広くするためにアルミニウム等の金属表面を研磨して適当な光散乱性を付与したものや、反射板の基板表面に凹凸形状を形成した後にアルミニウム等の金属を蒸着して、適当な光散乱性を持たせたものも使用されていたが、電極自体に反射性を持たせる場合は、素子裏面の反射板は通常省略されることが多い。図10、図11は、そのような場合の反射型液晶ディスプレイ装置を示すものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来型の反射型液晶ディスプレイ装置においては、電極23aを絶縁層22上に形成した場合、絶縁層がガラス基板20a上全面に形成されているので、絶縁層の表面抵抗が低い場合には画素電極間にリーク電流を生じ、表示性能が悪くなるという問題が生じている。そこで、本発明では、電極を絶縁層上に形成した反射型液晶ディスプレイ装置において、当該絶縁層の形状を電極パターンと実質的に同一

形状にパターン形成し、画素電極間の絶縁層を除去することにより電極間のリーク電流を減らし表示性能を向上しようとするものである。また、電極23aが鏡面状であるので、観察者側の物体を映し込んで鏡面反射するため、映像の視認性が悪くなるという問題もある。本発明はかかる鏡面反射による問題の解決を図ることもできる。

【0009】

【課題を解決するための手段】すなわち、上記問題を解決するための本発明の要旨の第1は、平滑な基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置において、当該電極が電極パターンと実質的に同一形状を有する絶縁性樹脂層上に光反射性金属を積層して形成されていることを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置、にある。かかる液晶ディスプレイ装置であるためリーク電流による表示の乱れが発生しない。

【0010】上記問題を解決するための本発明の要旨の第2は、TFT素子が形成された基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置において、当該電極が電極パターンと実質的に同一形状を有する絶縁性樹脂層上に光反射性金属を積層して形成されていることを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置、にある。かかる液晶ディスプレイ装置であるためリーク電流による表示の乱れが発生しない。

【0011】上記問題を解決するための本発明の要旨の第3は、平滑な基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法において、基板上に絶縁性を有する感光性樹脂層を形成する工程と、乾燥後の当該感光性樹脂層を電極パターンと実質的に同一形状を有するフォトリソマスクを介して光露光する工程と、当該光露光後の感光性樹脂層を現像処理して乾燥する工程と、当該絶縁性樹脂層上に薄層の光反射性金属を積層する工程と、当該光反射性金属層を電極パターンに形成する工程と、を含むことを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法、にある。かかる液晶ディスプレイ装置の製造方法であるためリーク電流による表示の乱れが発生しない液晶ディスプレイ装置を容易に製造することができる。

【0012】上記問題を解決するための本発明の要旨の第4は、TFT素子が形成された基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法において、基板上に絶縁性を有する感光性樹脂層を形成する工程と、乾燥後の当該感光性樹脂層を電極パターンと実質的に同一形状であってコンタクトホールのパターンを有するフォトリソマスクを介して光露光する工程と、当該光露光後の感光性樹脂層を現像処理して乾燥する工程と、当該絶縁性樹脂層上に薄層の光反射性金属を積層する工程と、当該光反射性金属層を電極パターンに形成する工程と、を含むことを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法、にある。かかる液晶ディスプレイ装置

の製造方法であるためリーク電流による表示の乱れが発生しないTFT素子を使用した液晶ディスプレイ装置を容易に製造することができる。

【0013】上記問題を解決するための本発明の要旨の第5は、平滑な基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法において、基板上に絶縁性を有する感光性樹脂層を形成する工程と、乾燥後の当該感光性樹脂層を微細凹凸形状を有する光透過性材料を介して光露光する工程と、さらに当該感光性樹脂層を電極パターンと実質的に同一形状を有するフォトマスクを介して光露光する工程と、当該光露光後の感光性樹脂層を現像処理して乾燥する工程と、当該微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層上に薄層の光反射性金属を積層する工程と、当該光反射性金属層を電極パターンに形成する工程と、を含むことを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法、にある。かかる液晶ディスプレイ装置の製造方法であるためリーク電流による表示の乱れが発生がなく、かつ視認性の高いディスプレイ装置を容易に製造することができる。

【0014】上記問題を解決するための本発明の要旨の第6は、TFT素子が形成された基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法において、基板上に絶縁性を有する感光性樹脂層を形成する工程と、乾燥後の当該感光性樹脂層を微細凹凸形状を有する光透過性材料を介して光露光する工程と、さらに当該感光性樹脂層を電極パターンと実質的に同一形状であってコンタクトホールのパターンを有するフォトマスクを介して光露光する工程と、当該光露光後の感光性樹脂層を現像処理して乾燥する工程と、当該微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層上に薄層の光反射性金属を積層する工程と、当該光反射性金属層を電極パターンに形成する工程と、を含むことを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法、にある。かかる液晶ディスプレイ装置の製造方法であるためリーク電流による表示の乱れが発生がなく、かつTFT素子を使用した視認性の高いディスプレイ装置を容易に製造することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の反射型液晶ディスプレイ装置の第1と第2の態様では、観察側と反対側の電極が導電性の光反射性金属材料で形成され、特に当該金属材料の層が基板と金属材料との間にあって電極と実質的に同一形状にエッチング形成された絶縁性樹脂材料上に薄膜で形成されている。そのため、電極が相互に離間しているのでリーク電流の発生が少なく安定した画像が得られるという利点がある。また、本発明の反射型液晶ディスプレイ装置の第3、第4の態様では、絶縁性樹脂材料が第1と第2の態様と同様に離間して形成されていると同時に、電極層が微細凹凸形状が施された絶縁性樹脂材料上に薄膜で形成されているために、電極金属材料層が、その絶縁性材料の凹凸形状を表面に忠実に再現し

て、観察側からの入射光を乱反射させ、それにより外部物体の映し込みの影響を少なくするという効果を前記効果に合わせて持つことができる。以下、図面を参照して本発明の反射型液晶ディスプレイ装置およびその製造方法について説明する。

【0016】図1は、本発明の第1の態様の反射型液晶ディスプレイ装置を示す図である。図1において、液晶ディスプレイ装置10は、対向する2枚のガラス基板10aおよび10bを有しており、基板10aの対向基板面側には、絶縁層12を介してストライプ状の電極13aが設けられており、さらにこれらの上には配向膜14aが形成されている。基板10bの対向基板面側には画素電極13aと直交するようにストライプ状の対向電極13bが形成され、さらに対向電極13b上には、配向膜14bが形成されている。観察者側基板10bにおける電極13bは透明電極で形成されるが、基板10a側の画素電極13aは反射効果を高めるために反射性の導電金属で形成されている。これらの電極は、パネルサイズ、画素数にもよるが、200 $\mu$ m程度のピッチで形成されることが多い。

【0017】本発明の反射型液晶ディスプレイ装置では、この電極13aが電極パターンと実質的に同一形状を有する絶縁層12を介し設けられていることに特徴がある。実質的に同一とは、絶縁層を電極パターンと同様にパターン形成して相互に接触しないようにする意味であり、電極パターンと多少の幅の変化は可能である。これにより、電極14a相互間が絶縁層12を含めて離間して形成されているので、電極間のリーク電流を減少させる効果がある。

【0018】図2は、本発明の第2の態様の反射型液晶ディスプレイ装置を示す図である。図2において、液晶ディスプレイ装置10は、対向する2枚のガラス基板10aおよび10bを有しており、基板10aの対向面側には、液晶に電圧を印加するTFT素子11および絶縁層12を介して電極13aが設けられており、さらにこれらの上には配向膜14aが形成されている。基板10bの対向面側には平面状の共通電極13bが形成されており、さらに共通電極13b上には、配向膜14bが形成されている。観察者側の基板10bにおける共通電極13bは透明材料で形成されるが、基板10aの電極13aは反射効果を持たせるために反射性の導電金属で形成されている。この第2の態様の反射型液晶ディスプレイ装置でも、電極13aが電極パターンと実質的に同一形状を有する絶縁層12を介し設けられていることに特徴がある。これにより、電極14a相互間が絶縁層12を含めて離間して形成されているので、電極間のリーク電流を減少させる効果がある。

【0019】図3は、本発明の第3の態様の反射型液晶ディスプレイ装置を示す図である。図4は、本発明の第4の態様の反射型液晶ディスプレイ装置を示す図であ

る。本発明の反射型液晶ディスプレイ装置では、この電極13a表面を微細凹凸形状に形成してもよい。すなわち、本発明の第3の態様は、第1の態様において電極表面を微細凹凸形状に形成したものに相当し、本発明の第4の態様は、第2の態様において電極表面を微細凹凸形状に形成したものに相当する。電極表面を微細凹凸形状に形成する場合は、電極層下の絶縁層表面に微細凹凸形状を形成してその表面に電極材料を積層する必要がある。電極13aはスパッタリング等により1 $\mu$ m以下の薄層に形成されるので、絶縁層の微細凹凸形状を忠実に表面に再現することになる。

【0020】ここで、微細とは液晶ディスプレイ装置外の観察側の物体が鏡面的に反射して、映像の視認性を低下させない程度の凹凸形状をいうが、液晶層15や絶縁層の厚みまたは電極13aの幅等により規制されるので、任意の大きさの凹凸形状を取りえるという分けではない。通常、液晶層の厚みは、10 $\mu$ m以下、強誘電型液晶の場合には、1~2 $\mu$ mとされる。また、絶縁層12の厚みも、数 $\mu$ m程度であるため、絶縁層の凹凸形状も凹凸の山と谷間で測って、最大10 $\mu$ mから最小は可視光の波長(400~750nm)程度までということになる。

【0021】絶縁層12は、画素電極13a間の絶縁をとるもので、材料的に特に限定されないが、絶縁層のパターンを形成する必要があるため、簡易な加工手段を得られるものが望ましい。通常は、乾燥後に絶縁性を有するポジ型の感光性樹脂を好適に使用することができる。また、絶縁層のパターン形成をサンドブラスト等の機械的手段により形成する場合は、感光性材料を使用する必要はなく、一般的な高分子材料やシリコン酸化膜等の絶縁性材料であっても良い。上記ガラス基板10aおよび10bはスペーサーにより一定間隔離れて保持されており、配向膜間には液晶層15が封入され、両ガラス基板の周囲は、封止材料16により封止されている。

【0022】図7は、本発明の第2、第4の態様の反射型液晶ディスプレイ装置のコンタクトホール部を示す図である。図7(A)は、その断面図、図7(B)は、その平面図を示している。図7(B)のA-A線における断面が、図7(A)に図示されていることになる。図7(A)では、電極13aが微細凹凸形状に形成される本発明の第4の態様を示しているが、第2の態様では電極13aは平坦な形状とされる。それぞれの電極間は離間部40により離隔されている。図7において、基板10a上に形成されたTFT素子11は窒化珪素(SiNx)からなる絶縁層112と当該絶縁層上に形成されたアモルファスシリコン(a-Si)半導体層113と、これらに接続するゲート電極111、ソース電極116とからなり、さらに表示電極13aに接続するドレイン電極115が形成されている。ゲート電極111とソース電極116は基板上でマトリックスを形成するように

通常は直交して形成されている。本発明の第2、第4の態様の反射型液晶ディスプレイ装置では、電極13aとこのドレイン電極115との接続をとるために、絶縁層12の離間部40の他に絶縁層にTFT素子とのコンタクトホール30を形成する必要がある。

【0023】図8は、本発明の第2、第4の態様の反射型液晶ディスプレイ装置のコンタクトホール部を示す斜視図である。電極13aが絶縁層12に形成されたコンタクトホール30を介してドレイン電極115に接続されている状態が明瞭に示されている。電極13a表面が絶縁層12に形成された微細凹凸形状を再現している第4の態様では、観察側からの入射光線Iを乱反射することになる。液晶層15には、ゲストホスト型液晶または高分子分散型液晶(PDLC)が好ましく用いられる。

【0024】図5は、本発明の第1と第3の態様の反射型液晶ディスプレイ装置の製造工程を説明する図である。図5(G)の最終の電極表面が、微細凹凸形状に形成されているので正確には第3の態様のディスプレイ装置の製造工程を示すことになるが、第3の態様のディスプレイ装置では、図5(C)の工程が省略されているのみであるので、両方の態様の製造工程を説明することができる。まず、図5(A)のように反射性電極基板となる基板10aを準備する。当該基板材料は、基板全体が反射性のものであっても良いし、基板の観察側と反対面にさらに反射材料を設ける場合は、透明な材料である必要がある。一般的には平滑なガラス材料が使用される。本発明の第3の態様の特徴は、この基板上に微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂材料層を設け、その上に反射性の電極を設けることにある。微細凹凸形状は各種の方法で形成することができるが、その一つの方法は、基板上にポジ型感光性樹脂層を設け、プリベーク、乾燥した後、当該感光性樹脂の表面に微細な凹凸形状を有する平面的な光透過性材料を密着し、当該材料を介して光露光することにより凹凸形状を感光性材料層上に再現する方法である。微細な凹凸形状を有する平面的な光透過性材料には例えば、すりガラスやマット加工したプラスチックシートが使用できる。

【0025】図5(B)は、基板上にポジ型感光性樹脂層12が塗布された状態を示し、図5(C)は当該感光性樹脂層12を微細な凹凸形状を有する平面的な光透過性材料18を介して光源19により光露光している工程を示している。この露光では、光透過性材料の凹凸形状が同一の相似形状で感光性樹脂層に形成されるわけではないが、光透過性材料の凸部は光を集光する作用をするので、凸部に対向した部分は可溶化が促進され、ほぼ光透過性材料の形状に平行に対応した形状が感光性樹脂層に形成されるものと考えられる。本発明の第1の態様のディスプレイ装置では、この図5(C)の工程が省略されるので平坦な電極表面となる。

【0026】このような目的に使用することができるポ

ジ型感光性樹脂材料としては、アルカリ可溶性のクレゾールノラック樹脂とナフトキノンアジドの混合物またはアクリル系感光性樹脂が通常使用されている。具体的には、OFPR-800、OFPR-5000、OFPR-8600、TSMR-8800、TSMR-CRB（以上、東京応化工業株式会社製）、オプトマーPC302（日本合成ゴム株式会社製）等がある。

【0027】図5（D）は、絶縁層12に対して、電極形状と同一のパターンを形成するための露光をフォトリソマスク17を介して行う。このパターンは電極形状と全く同一でも良いが絶縁層パターンを電極面積よりもやや大きくするものであっても良い。また、画像表示部でない周辺部分とか電極形状と無関係の部分においては電極パターンと同一形状とする必要はないことは自明である。この露光後、絶縁層の離間部を形成するフォトリソマスクパターン17tに対応する可溶化した樹脂層を現像処理すれば、可溶化した部分が溶解除去され、感光性樹脂層表面に絶縁層離間部40と微細凹凸形状12mを残存させることができる（図5（E））。なお、図5（C）の工程を行わない第1の態様の場合には微細凹凸形状が形成されず、平坦な電極表面となるのは明らかである。これは以後の工程において同様である。

【0028】続いて、微細凹凸形状12mの表面に電極13aとなる導電性金属材料を積層する（図5（F））。これにはスパッタリング等の手法により、薄層の金属アルミ層を形成することが常用されている。金属アルミ層は、絶縁層の微細凹凸形状が失われない程度の薄層（通常、1μm以下）に施すので電極表面が絶縁層の微細凹凸形状を殆どそのまま再現することになる。電極層形成後、対向電極との間でマトリクス回路を形成するために、通常のフォトリソ技術により電極間の金属アルミ層をエッチング除去して所定のストライプ状電極にパターン形成する（図5（G））。従って、電極13aは図5（G）において、紙面に垂直方向にストライプ状に伸びていることになる。

【0029】光反射性電極基板および対向基板の双方に配向膜処理を行い、両基板を組み合わせて周囲を封止し、基板間にPDLCL液晶またはゲストホスト型液晶を充填することにより、反射型液晶ディスプレイ装置が完成する（図1、図3）。

【0030】図6は、本発明の第2、第4の態様の反射型液晶ディスプレイ装置の製造工程を説明する図である。図6（G）の最終の電極表面が、微細凹凸形状に形成されているので正確には第4の態様のディスプレイ装置の製造工程を示すことになるのは図5の場合と同様である。まず、図6（A）のように反射性電極基板となる基板10aを準備する。第1、第3の実施態様の場合と異なり、第2、第4の実施態様の場合は基板上にTFT素子11が形成されていることに特徴がある。当該基板材料も反射性のものであっても良いし、基板の観察側と

反対面にさらに反射材料を設ける場合は、透明な材料である必要がある。一般的には平滑なガラス材料が使用される。第4の態様の場合は、この基板上に微細凹凸形状を有する絶縁材料層を設け、その上に反射性の電極を設けることは第2の実施態様の場合と同様である。

【0031】図6（B）は、基板上にボジ型感光性樹脂層12が塗布された状態を示し、図6（C）は当該感光性樹脂層12を微細な凹凸形状を有する平面的な光透過性材料18を介して光源19により光露光している工程を示している。本発明の第2の態様のディスプレイ装置では、この図6（C）の工程が省略される。続いて、電極13aの表面に絶縁層間の離間部40を形成するため、TFTとの接触を得るためのコンタクトホール30を形成するために、パターン17tとパターン17cとを有するフォトリソマスク17を用いて露光を行う（図6（D））。両露光後（第2の態様の場合は、後者のみの露光後）、露光した樹脂層を現像処理すれば、ボジ型感光材料であるので露光により可溶化した部分が溶解除去され、感光性樹脂層表面に微細凹凸形状12mを残存させ、かつTFT部分に離間部40とコンタクトホール30を有する絶縁層を形成することができる（図6（E））。なお、パターン17tとパターン17cとは異なるフォトリソマスクで別々に行ってもよいし、いずれが先の露光であっても良い。

【0032】次に、微細凹凸形状12mの表面に電極13aとなる導電性金属材料を積層する（図6（F））。これにはスパッタリング等の手法により、薄層の金属アルミ層を形成することが常用されている。金属アルミ層は、絶縁層の微細凹凸形状が失われない程度の1μm以下の薄層に施すので電極表面が絶縁層の微細凹凸形状を殆どそのまま再現することになる。また、金属アルミ層は、コンタクトホール内にも形成されるので、TFTのドレイン電極と電極13aとの接続がされることになる。電極層形成後、通常のフォトリソ技術により電極間の金属アルミ層をエッチング除去して所定のマトリクス状電極にパターン形成する（図6（G））。

【0033】光反射性電極基板および対向基板の双方に配向膜処理を行い、両基板を組み合わせて周囲を封止し、基板間にゲストホスト型液晶またはPDLCL液晶を充填することにより、TFTを使用した反射型液晶ディスプレイ装置が完成する（図2、図4）。

【0034】

【実施例】

（実施例1）

（単純マトリクス型の反射型液晶ディスプレイ）

<反射性電極基板>平滑なガラス基板（コーニング社製「7059ガラス」）上に、絶縁層を形成するためにボジ型感光性保護膜（日本合成ゴム株式会社製「オプトマーPC302」）をスピンコート法（回転数：1500回転/分）で塗布し、膜厚約1.5μmの塗膜を形成し



た(図5(B))。その後、80°Cのホットプレート上で60秒間加熱し、アリベークを行った。

【0035】ポジ型感光性塗膜上に上部電極のパターン(電極幅190 $\mu$ m、電極ピッチ200 $\mu$ m、従って、電極間隔10 $\mu$ m)を持つフォトマスクを密着させ、超高圧水銀灯(15mW/cm<sup>2</sup>、405nm)で15秒間露光した(図5(D))。その後、現像液(日本合成ゴム株式会社製「PD523AD」)の11.9倍希釈液に90秒間浸漬して現像した(図5(E))。現像後さらに、超高圧水銀灯(15mW/cm<sup>2</sup>、405nm)で30秒間全面露光し、220°Cのオーブンで60分間ポストベークを行った。なお、本実施例では本発明の実施態様1の液晶ディスプレイ装置の試作を目的とするので、図5(C)の工程は行っていない。

【0036】絶縁層上に反射機能を有する電極層を形成するために、金属アルミをスパッタ法により、0.2 $\mu$ m厚で形成し(図5(F))、当該アルミ層を電極幅190 $\mu$ m、電極間隔10 $\mu$ mに設定するため、アルミ層上にフォトマスクを位置合わせして露光し、その後通常のパターンニング方法によりストライプ状の電極13aを形成した(図5(G))。

【0037】＜対向基板＞一方、透明なガラス基板(コーニング社製「7059ガラス」)上にITOを、0.15 $\mu$ m厚で、電極基板の電極と直交するストライプ状にスパッタリングにより透明電極パターンを形成した対向基板を作製した。

【0038】＜液晶パネルの作製＞反射性電極基板と当該対向基板の双方に配向膜処理を施した後、基板間の周辺を封止し、2色性染料を1.25%含むゲストホスト型液晶を充填して液晶パネルを作製し駆動したところリーク電流による液晶乱れがなく、視認性が高い白色表示が実現できた。

【0039】(比較例1)上記実施例1と同様にして比較例1のサンプルを試作した。ただし、絶縁層のパターンニングを行わず平面的に連続した層とし、その上にアルミ層をスパッタ法で同厚に形成して、同一幅、ピッチのストライプ状電極パターンを形成した。その他の条件は実施例1と同様にして液晶パネルを作製した。その結果は、絶縁層間のリーク電流が大きく、画像の視認性が、実施例1のものよりも劣っていた。

【0040】(実施例2)

(TFT型の反射型液晶ディスプレイ)

＜反射性電極基板＞基板として、ガラス(コーニング社製「7059ガラス」)上にTFT素子マトリクスを形成した基板を使用し(図6(A))、実施例1と同様に、絶縁層を形成するためにポジ型感光性保護膜(日本合成ゴム株式会社製「オプトマーPC302」)をスピコート法(回転数:1500回転/分)で塗布し、膜厚約1.5 $\mu$ mの塗膜を形成した(図6(B))。その後、80°Cのホットプレート上で60秒間加熱し、ア

リベークを行った。絶縁層側にすりガラス(興栄化学株式会社製「すりガラス1500番」)を密着させ、超高圧水銀灯(15mW/cm<sup>2</sup>、405nm)で3秒間露光した(図6(C))。

【0041】続いて、コンタクトホールのパターン17cと絶縁層の離隔を行うパターン17tを持つフォトマスク(電極幅190 $\mu$ m、電極ピッチ200 $\mu$ m、従って、電極間隔10 $\mu$ m)を密着させ、超高圧水銀灯(15mW/cm<sup>2</sup>、405nm)で15秒間露光した(図6(D))。これは絶縁層上に形成する反射性電極層とTFT素子のドレイン電極との導通をとるためおよび絶縁層の離間を図るためである。その後、現像液(日本合成ゴム株式会社製「PD523AD」)の11.9倍希釈液に90秒間浸漬して現像した(図6(E))。現像後さらに、超高圧水銀灯(15mW/cm<sup>2</sup>、405nm)で30秒間全面露光し、220°Cのオーブンで60分間ポストベークを行った。絶縁層表面には、すりガラスの微細凹凸形状とほぼ平行な形状となる凹凸形状が形成された面が得られた。絶縁層上に反射機能を有する電極層を形成するために、金属アルミをスパッタ法により、0.2 $\mu$ m厚で形成し(図6(F))、当該アルミ層を通常のパターンニング方法により電極層パターンを形成した(図6(G))。

【0042】図9は、上記で微細凹凸形状形成のために使用したすりガラス(興栄化学株式会社製「すりガラス1500番」)表面を触針式表面形状測定機で実測した結果を示す図である。すりガラス表面の500 $\mu$ mの範囲を、微細凹凸形状を触針式表面形状測定機(デクタク社製「Dektak16000」)で実測すると、図9のグラフのような凹凸形状となる。このグラフの表面粗さの算術平均値Ra=3192Å(約0.3 $\mu$ m)、Rmax(山と谷の深さのmax)=約22.000Å(2.2 $\mu$ m)であった。なお、図中Rは、測定データの平均値等の算出開始位置(測定開始より106.38 $\mu$ mの位置)を、Mは、算出終了位置(同425.53 $\mu$ m)を表している。

【0043】＜対向基板＞透明なガラス基板(コーニング社製「7059ガラス」)上にITOをスパッタリングすることにより、0.15 $\mu$ m厚で全面に平面状に透明電極を形成し対向基板を作製した。

【0044】＜液晶パネルの作製＞反射性電極基板と当該対向基板の双方に配向膜処理を施した後、基板間の周辺を封止し、2色性染料を1.25%含むゲストホスト型液晶を充填して液晶パネルを作製し駆動したところリーク電流による液晶乱れがなく、視認性が高い白色表示が実現できた。

【0045】(比較例2)上記実施例2と同様にして比較例2のサンプルを試作した。ただし、基板上に実施例と同一材料による同一厚さの絶縁層を形成し微細凹凸形状も形成したが、絶縁層の離隔を行わなかった。その他



の条件は実施例2と同様にして液晶パネルを作製した。その結果は、電極間リーク電流があり、かつ画像の視認性が、実施例2のものよりも劣っていた。

【0046】

【発明の効果】本発明の反射型液晶ディスプレイ装置では、電極が相互に離間した絶縁層上に形成されているので、電極間リーク電流の発生が少なく画像が乱れず安定した画面の液晶表示装置を得ることができる。また、本発明の反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法によれば、このような映像の視認性が優れたディスプレイ装置を容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の態様の反射型液晶ディスプレイ装置を示す図である。

【図2】 本発明の第2の態様の反射型液晶ディスプレイ装置を示す図である。

【図3】 本発明の第3の態様の反射型液晶ディスプレイ装置を示す図である。

【図4】 本発明の第4の態様の反射型液晶ディスプレイ装置を示す図である。

【図5】 本発明の第1、第3の態様の反射型液晶ディスプレイ装置の製造工程を説明する図である。

【図6】 本発明の第2、第4の態様の反射型液晶ディスプレイ装置の製造工程を説明する図である。

【図7】 本発明の第2、第4の態様の反射型液晶ディスプレイ装置のコンタクトホール部を示す図である。

【図8】 本発明の第2、第4の態様の反射型液晶ディスプレイ装置のコンタクトホール部を示す斜視図である。

【図9】 すりガラス表面を触針式表面形状測定機で実測した結果を示す図である。

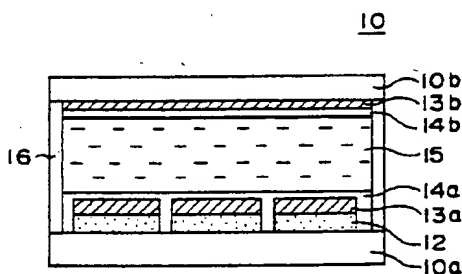
【図10】 従来のモノクロ反射型液晶ディスプレイ装置の構造を示す図である。

【図11】 TFTを使用した従来のモノクロ反射型液晶ディスプレイ装置の構造を示す図である。

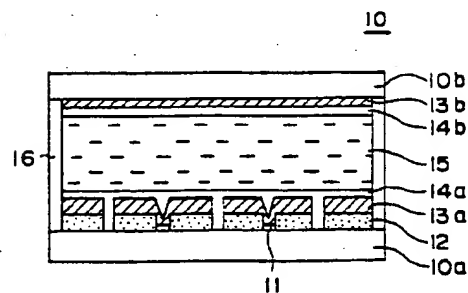
【符号の説明】

- 10, 20 液晶ディスプレイ装置
- 10a, 10b, 20a, 20b 基板
- 11, 21 TFT素子
- 12 ポジ型感光性樹脂層または絶縁層
- 12m 微細凹凸形状
- 13a, 13b, 23a, 23b 電極
- 14a, 14b, 24a, 24b 配向膜
- 15, 25 液晶層
- 16, 26 封止材料
- 17 フォトマスク
- 17c 離間部を形成するためのパターン
- 17t コンタクトホールを形成するパターン
- 18 微細凹凸形状を有する平面的な光透過性材料
- 19 光源
- 30 コンタクトホール
- 40 離間部
- 111 ゲート電極
- 112  $\text{SiN}_x$  からなる絶縁層
- 113 アモルファスシリコン半導体層
- 115 ドレイン電極
- 116 ソース電極

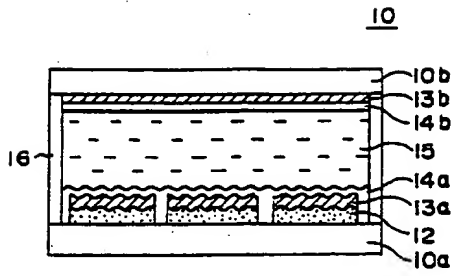
【図1】



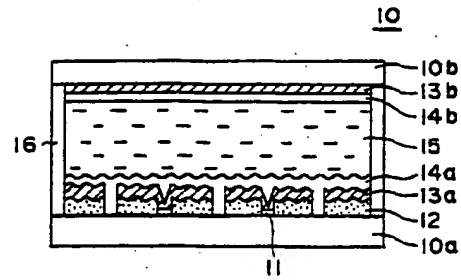
【図2】



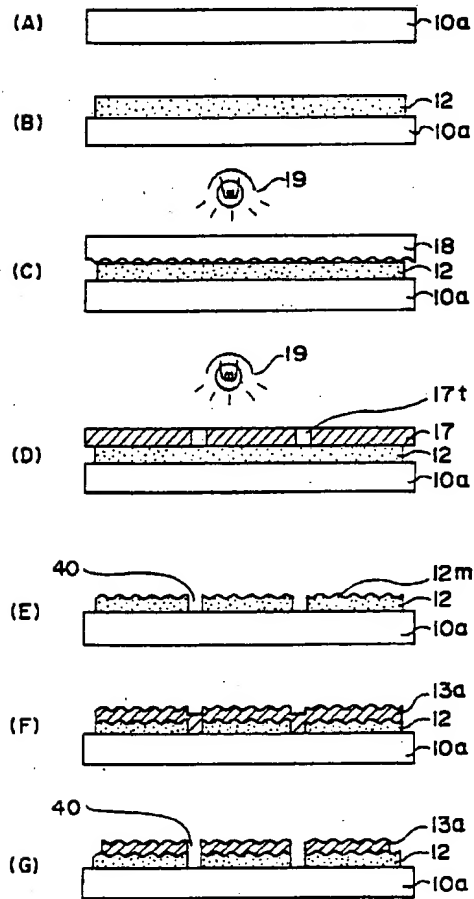
【図3】



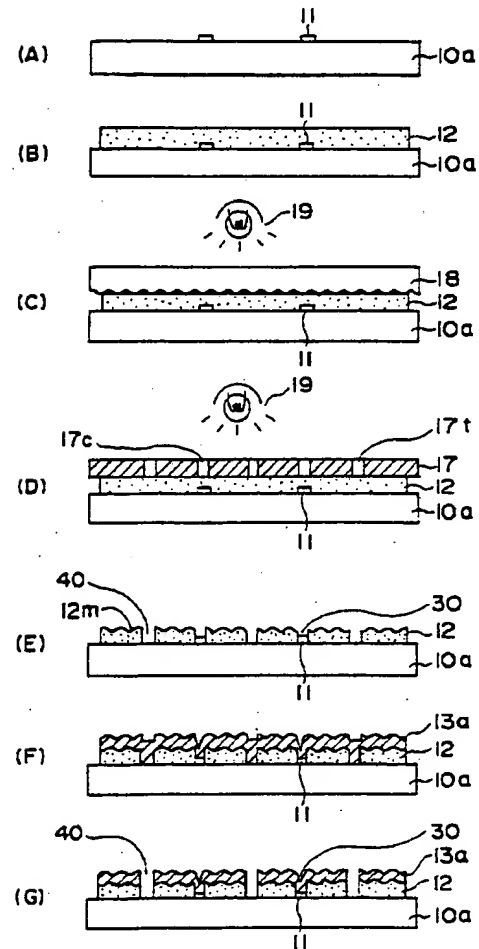
【図4】



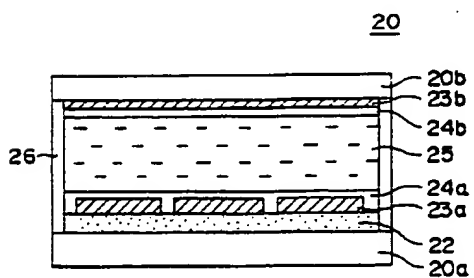
【図5】



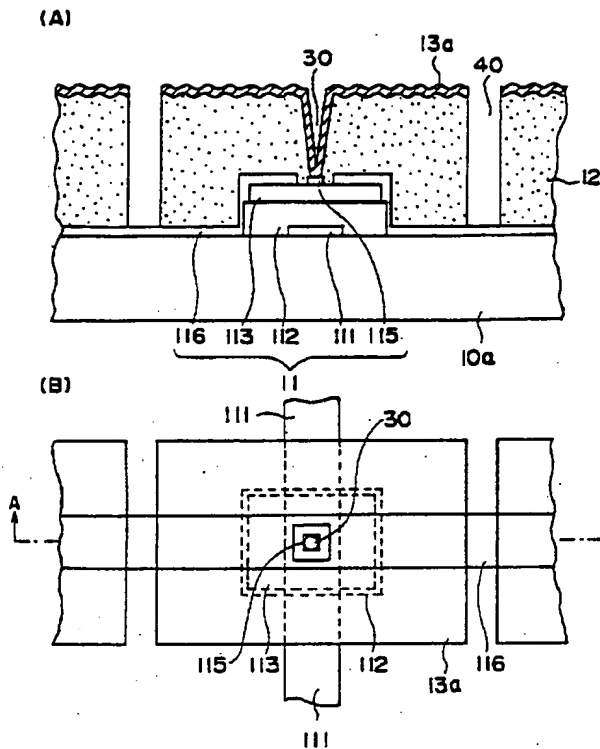
【図6】



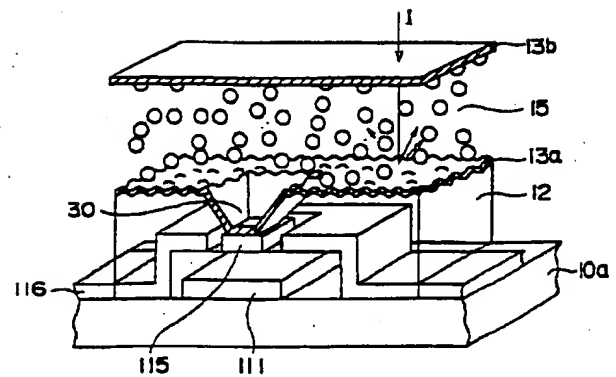
【図10】



【図7】

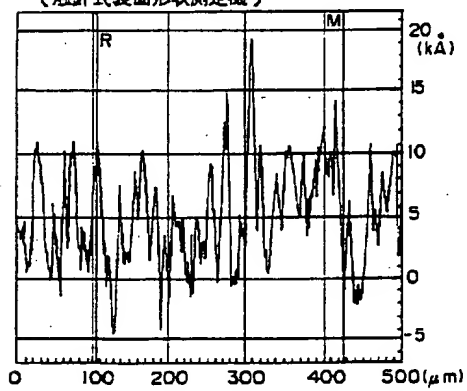


【図8】

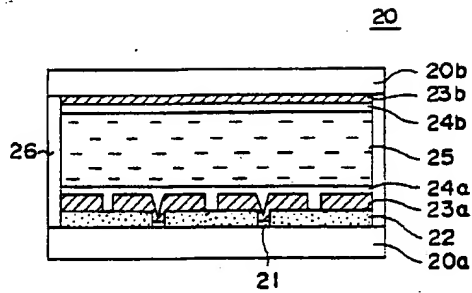


【图9】

ナリガラス測定結果  
DEKTAI6000にて測定  
(触針式表面形状測定機)



【图 1 1】



[DOCUMENT] SPECIFICATION  
[TITLE OF THE INVENTION] REFLECTION-TYPE LIQUID CRYSTAL  
DISPLAY APPARATUS AND METHOD OF FABRICATING THE SAME

[CLAIMS]

[Claim 1] A reflection-type liquid crystal display apparatus comprising:

a flat, smooth substrate;

and

reflective electrodes on the flat, smooth substrate, the reflective electrodes being formed by depositing a reflective metal on an insulating resin layer having substantially the same pattern as that of the reflective electrodes.

[Claim 2] A reflection-type liquid crystal display apparatus comprising:

a substrate;

TFTs formed on the substrate;

and

reflective electrodes on the substrate, the reflective electrodes being formed by depositing a reflective metal on an insulating resin layer having substantially the same pattern as that of the reflective electrodes.

[Claim 3] The reflection-type liquid crystal display apparatus of claim 1 or 2, wherein the electrodes are formed by depositing a reflective metal on the insulating resin layer having minute irregularities.

[Claim 4] A method of fabricating a reflection-type liquid crystal display apparatus comprising a flat, smooth substrate, and reflective electrodes on the flat, smooth substrate, the method comprising the steps of:

forming an insulating, photosensitive resin layer on the substrate;

drying the photosensitive resin layer and thereafter exposing the dried photosensitive resin layer to light through a photomask having substantially the same pattern as that of the electrodes;

subjecting the exposed photosensitive resin layer to a developing process and drying the developed photosensitive resin layer;

depositing a thin film reflective metal layer on the insulating resin layer; and

patterning the reflective metal layer in the electrode pattern.

[Claim 5] A method of fabricating a reflection-type liquid crystal display apparatus comprising a substrate, TFTs

formed on the substrate, and reflective electrodes on the substrate, the method comprising the steps of:

forming an insulating, photosensitive resin layer on the substrate;

drying the photosensitive resin layer and thereafter exposing the dried photosensitive resin layer to light through a photomask having substantially the same pattern as that of the electrodes and provided with a contact hole pattern for forming contact holes;

subjecting the exposed photosensitive resin layer to a developing process and drying the developed photosensitive resin layer;

depositing a thin film reflective metal layer on the insulating resin layer; and

patterning the reflective metal layer in the electrode pattern.

[Claim 6] A method of fabricating a reflection-type liquid crystal display apparatus comprising a flat, smooth substrate, and reflective electrodes on the flat, smooth substrate, the method comprising the steps of:

forming an insulating, photosensitive resin layer on the substrate;

drying the photosensitive resin layer and thereafter exposing the dried photosensitive resin layer to light through a light-transmitting material having minute irregularities;

exposing the photosensitive resin layer to light through a photomask having substantially the same pattern as that of the electrodes;

subjecting the exposed photosensitive resin layer to a developing process and drying the developed photosensitive resin layer;

depositing a thin film reflective metal layer on the insulating resin layer having minute irregularities; and

patterning the reflective metal layer in the electrode pattern.

[Claim 7] A method of fabricating a reflection-type liquid crystal display apparatus comprising a substrate, TFTs formed on the substrate, reflective electrodes on the substrate, the method comprising the steps of:

forming an insulating, photosensitive resin layer on the substrate;

drying the photosensitive resin layer and thereafter exposing the dried photosensitive resin layer to light through a light-transmitting material having minute irregularities;

exposing the photosensitive resin layer to light through a photomask having substantially the same pattern as that of the electrodes and provided with a contact hole

pattern for forming contact holes;

subjecting the exposed photosensitive resin layer to a developing process and drying the developed photosensitive resin layer;

depositing a thin film reflective metal layer on the insulating resin layer having minute irregularities; and

patterning the reflective metal layer in the electrode pattern.

[Claim 8] The method of fabricating a reflection-type liquid crystal display apparatus of claim 6 or 7, wherein the light-transmitting material having minute irregularities is a ground glass plate.

#### [DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Technical field to which the invention belongs]

The present invention relates to a reflection-type liquid crystal display apparatus and a method of fabricating the same. More particularly, the present invention relates to a reflection-type liquid crystal display apparatus suitable for use as a display unit for OA apparatus including note-size lap top personal computers and word processors, video apparatus including pocketable television sets, and game machines, and a method of fabricating the same.

[0002]

[Prior art]

The application of liquid crystal display apparatuses to pocketable liquid crystal television sets, lap top personal computers and word processors has rapidly developed in recent years. Particularly, reflection-type liquid crystal display apparatuses, which reflect incident external light to display images, are being watched with keen interest because reflection-type liquid crystal display apparatuses do not need any backlight unit, are capable of operating at a low power consumption rate and of being powered by batteries; and are thin and of lightweight.

[0003]

Generally known reflection-type liquid crystal display apparatuses are TN liquid crystal display apparatuses in which a liquid crystal is driven in a twisted nematic (TN) mode, and STN liquid crystal display apparatuses in which a liquid crystal is driven in a super twisted nematic (STN) mode. The TN liquid crystal display apparatus displays monochromatic images by using the optical properties of a liquid crystal display element, namely, an optically rotatory characteristic which is exhibited when no voltage is applied thereto and a polarization canceling characteristic which is exhibited when a voltage is applied thereto. Furthermore, an amorphous chiral nematic guest-host liquid crystal in which a dichromatic dye is added to a liquid crystal, and the

orientation of the liquid crystal is controlled by voltage to control the orientation of the dichromatic dye for displaying images is also known. A liquid crystal display apparatus employing such a liquid crystal does not need any polarizing plate, and has a high luminance and a wide viewing angle.

[0004]

On the other hand, a color liquid crystal display has a liquid crystal display element provided with an R-, a G- and a B-filter therein, and displays multicolor or full-color images by utilizing an optical switching characteristic and by adding and mixing colors. Currently, TN reflection-type liquid crystal display apparatuses are employed in portable liquid crystal television sets, namely, pocketable liquid crystal television sets, driven in an active matrix driving mode or a passive matrix driving mode.

[0005]

FIG. 10 is a view showing a structure of a conventional monochromatic reflection-type liquid crystal display apparatus. In FIG. 10, a liquid crystal display apparatus 20 has two glass substrates 20a and 20b disposed opposite to each other. On the opposing surface of the substrate 20a, electrodes 23a in the pattern of stripes, which form pixels, are provided on an insulating layer 22, and an alignment film 24a is formed on these elements. Counter electrodes 23b are formed on the opposing surface of the substrate 20b in the pattern of stripes so as to extend perpendicularly to the electrodes 23a, and an alignment film 24b is formed on the counter electrodes 23b. The counter electrodes 23b formed on the substrate 20b on a viewer side are transparent electrodes, and the electrodes 23a formed on the substrate 20a are formed of a reflective conductive metal to improve reflection effect. The electrodes of the substrates 20a and 20b are scanned in a passive matrix driving mode to display images on the liquid crystal display apparatus.

[0006]

FIG. 11 is a view showing a structure of a conventional monochromatic reflection-type liquid crystal display apparatus using TFTs. In FIG. 11, a liquid crystal display apparatus 20 has two glass substrates 20a and 20b disposed opposite to each other. On the opposing surface of the substrate 20a, thin-film transistors (TFTs) 21 and electrodes 23a arranged in a matrix form, which form pixels, are formed on an insulating layer 22, and an alignment film 24a is formed on these elements. A planar common electrode 23b is formed on the opposing surface of the substrate 20b, and an alignment film 24b is formed on the common electrode 23b. The common electrode 23b formed on the substrate 20b on a viewer side is formed of a transparent electrode, and the electrodes 23a on the substrate 20a are formed of a reflective conductive metal to improve reflection effect.

[0007]



The electrode substrate 20a and the counter substrate 20b are spaced a predetermined distance apart by a spacer, not shown, so as to form a space therebetween, and a liquid crystal layer 25, such as a guest-host liquid crystal, is filled in the space between alignment films, and the peripheral parts of both the glass substrates are sealed by a sealing member 26. The conventional reflection-type liquid crystal display element is provided on its back surface with a reflecting plate of a metal, such as an aluminum plate, having a surface finished by grinding to provide an appropriate light scattering property or a reflecting plate formed by depositing a metal, such as aluminum, by evaporation on a roughened surface of a base plate to provide the roughened surface with an appropriate light scattering property to secure a wide visual angle. Usually, the reflecting plate attached to the back surface of the element is often omitted if reflective electrodes are employed. FIGS. 10 and 11 show the reflection-type liquid crystal display apparatuses in such a case.

[0008]

[Problems to be Solved by the Invention]

In the foregoing conventional reflection-type liquid crystal display apparatus, when the electrode 23a is formed on the insulating layer 22, the insulating layer is formed over the entire surface of the glass substrate 20a. Therefore, there is a problem that the image displaying performance is deteriorated due to current leakage between the pixel electrodes if the insulating layer has a low surface resistivity. Accordingly, the present invention is directed to a reflection-type liquid crystal display apparatus provided with electrodes formed on an insulating layer in which a shape of the insulating layer is formed in substantially the same pattern as that of the electrode and the insulating layer between the electrodes is removed, whereby suppressing current leakage between the electrodes to improve the image displaying performance. In addition, since the surfaces of the electrodes 23a have mirror surfaces, there is a problem that matters on a viewer side are reflected in the reflection-type liquid crystal display apparatus in a specular reflection mode and thereby image visibility is deteriorated. The present invention can solve such a specular reflection problem.

[0009]

[Means of solving the problem]

According to a first aspect of the present invention for solving the above-mentioned problem, a reflection-type liquid crystal display apparatus comprises a flat, smooth substrate, and reflective electrodes on the flat, smooth substrate, the reflective electrodes being formed by depositing a reflective metal on an insulating resin layer having substantially the same pattern as that of the

reflective electrodes. In such a liquid crystal display apparatus, no deterioration of display due to current leakage is caused.

[0010]

According to a second aspect of the present invention for solving the above-mentioned problem, a reflection-type liquid crystal display apparatus comprises a substrate, TFTs formed on the substrate, and reflective electrodes on the substrate, the reflective electrodes being formed by depositing a reflective metal on an insulating resin layer having substantially the same pattern as that of the reflective electrodes. In such a liquid crystal display apparatus, no deterioration of display due to current leakage is caused.

[0011]

According to a third aspect of the present invention for solving the above-mentioned problem, a method of fabricating a reflection-type liquid crystal display apparatus comprising a flat, smooth substrate, and reflective electrodes on the flat, smooth substrate, the method comprises the steps of forming an insulating, photosensitive resin layer on the substrate, drying the photosensitive resin layer and thereafter exposing the dried photosensitive resin layer to light through a photomask having substantially the same pattern as that of the electrodes, subjecting the exposed photosensitive resin layer to a developing process and drying the developed photosensitive resin layer, depositing a thin film reflective metal layer on the insulating resin layer, and patterning the reflective metal layer in the electrode pattern. In such a method of fabricating a liquid crystal display apparatus, it is possible to easily fabricate a liquid crystal display apparatus which causes no deterioration of display due to current leakage.

[0012]

According to a fourth aspect of the present invention for solving the above-mentioned problem, a method of fabricating a reflection-type liquid crystal display apparatus comprising a substrate, TFTs formed on the substrate, and reflective electrodes on the substrate, the method comprises the steps of forming an insulating, photosensitive resin layer on the substrate, drying the photosensitive resin layer and thereafter exposing the dried photosensitive resin layer to light through a photomask having substantially the same pattern as that of the electrodes and provided with a contact hole pattern for forming contact holes, subjecting the exposed photosensitive resin layer to a developing process and drying the developed photosensitive resin layer, depositing a thin film reflective metal layer on the insulating resin layer, and patterning the reflective metal layer in the electrode pattern. In such a

method of fabricating a liquid crystal display apparatus, it is possible to easily fabricate a liquid crystal display apparatus which causes no deterioration of display due to current leakage.

[0013]

According to a fifth aspect of the present invention for solving the above-mentioned problem, a method of fabricating a reflection-type liquid crystal display apparatus comprising a flat, smooth substrate, and reflective electrodes on the flat, smooth substrate, the method comprises the steps of forming an insulating, photosensitive resin layer on the substrate, drying the photosensitive resin layer and thereafter exposing the dried photosensitive resin layer to light through a light-transmitting material having minute irregularities, exposing the photosensitive resin layer to light through a photomask having substantially the same pattern as that of the electrodes, subjecting the exposed photosensitive resin layer to a developing process and drying the developed photosensitive resin layer, depositing a thin film reflective metal layer on the insulating resin layer having minute irregularities, and patterning the reflective metal layer in the electrode pattern. In such a method of fabricating a liquid crystal display apparatus, it is possible to easily fabricate a liquid crystal display apparatus which causes no deterioration of display due to current leakage and has high visibility.

[0014]

According to a sixth aspect of the present invention for solving the above-mentioned problem, a method of fabricating a reflection-type liquid crystal display apparatus comprising a substrate, TFTs formed on the substrate, reflective electrodes on the substrate, the method comprises the steps of forming an insulating, photosensitive resin layer on the substrate, drying the photosensitive resin layer and thereafter exposing the dried photosensitive resin layer to light through a light-transmitting material having minute irregularities, exposing the photosensitive resin layer to light through a photomask having substantially the same pattern as that of the electrodes and provided with a contact hole pattern for forming contact holes, subjecting the exposed photosensitive resin layer to a developing process and drying the developed photosensitive resin layer, depositing a thin film reflective metal layer on the insulating resin layer having minute irregularities, and patterning the reflective metal layer in the electrode pattern. In such a method of fabricating a liquid crystal display apparatus, it is possible to easily fabricate a liquid crystal display apparatus which causes no deterioration of display due to current leakage and has high visibility.

[0015]

[Embodiment of the invention]

In a reflection-type liquid crystal display apparatus according to first and second embodiments of the present invention, electrodes on a side opposite to a viewer side are formed of a conductive, reflective metal material, in particular, a thin film layer of the metal material is formed on an insulating resin material disposed between a substrate and etched in substantially the same pattern as that of the electrodes. Consequently, the electrodes are disposed apart from each other. Therefore, there is an advantage that current leakage is suppressed and a stable image is obtained. In addition, in reflection-type liquid crystal display apparatus according to third and fourth embodiments of the present invention, the insulating resin materials are formed apart from each other as the first and second embodiments, and a thin film electrode layer is formed on the insulating resin material provided with minute irregularities. Therefore, the electrode metal material layer has a shape precisely conforming to the irregular surface of the insulating resin material. Consequently, in addition to the above advantage, there is an advantage that incident light from the viewer side is reflected irregularly, so that the reflection of external matters in the reflection-type liquid crystal display apparatus is suppressed. Reflection-type liquid crystal display apparatuses embodying the present invention and method of fabricating those liquid crystal display apparatuses will be described hereafter with reference to the accompanying drawings.

[0016]

FIG. 1 is a view showing a reflection-type liquid crystal display apparatus according to the first embodiment of the present invention. In FIG. 1, a reflection-type liquid crystal display apparatus 10 comprises two glass substrates 10a and 10b disposed opposite to each other, electrodes formed in the pattern of stripes 13a are disposed on the opposing surface of the substrate 10a through an insulating layer 12, and an alignment film 14a is formed on these elements. Counter electrodes 13b are formed on the the counter substrate side surface of the substrate 10b in the pattern of stripes perpendicular to the pixel electrodes 13a, and an alignment film 14b is formed on the counter electrodes 13b. The electrodes 13b on the viewer side substrate 10b are transparent electrodes. The pixel electrodes 13a on the substrate 10a are formed of a reflective conductive metal to improve reflection effect. Although dependent on the size of the panel and the number of pixels, the pitch of those electrodes usually is on the order of 200  $\mu\text{m}$ .

[0017]

The reflection-type liquid crystal display apparatus according to the present invention is featured by disposing

the electrode 13a through the insulating layer 12 having substantially the same pattern as that of the electrodes. The above-mentioned language "substantially the same" means that the insulating layer is formed in the same pattern as that of the electrode so as to prevent isolated portions of the insulating layer from coming into contact with each other, and some variants of the width with respect to the electrode pattern are acceptable. Consequently, since the electrodes 13a are formed so as to be isolated by the insulating layer 12, current leakage between the electrodes can be suppressed.

[0018]

FIG. 2 is a view showing a reflection-type liquid crystal display apparatus according to the second embodiment of the present invention. In FIG. 2, a reflection-type liquid crystal display apparatus 10 comprises two glass substrates 10a and 10b disposed opposite to each other, electrodes are disposed on the opposing surface of the substrate 10a through TFTs 11 for applying a voltage to a liquid crystal and an insulating layer 12, and an alignment film 14a is formed on these elements. A flat common electrode 13b is formed on the opposing surface of the substrate 10b, and an alignment film 14b is formed on the common electrodes 13b. The common electrode 13b on the viewer side substrate 10b is formed of a transparent material. The electrodes 13a on the substrate 10a are formed of a reflective conductive metal to improve reflection effect. The reflection-type liquid crystal display apparatus according to the second embodiment is also featured by disposing the electrode 13a through the insulating layer 12 having substantially the same pattern as that of the electrodes. Consequently, since the electrode 13a are formed so as to be isolated by the insulating layer 12, current leakage between the electrodes can be suppressed.

[0019]

FIG. 3 is a view showing a reflection-type liquid crystal display apparatus according to the third embodiment of the present invention. FIG. 4 is a view showing a reflection-type liquid crystal display apparatus according to the fourth embodiment of the present invention. In the reflection-type liquid crystal display apparatuses of the present invention, the surfaces of the electrodes 13a may be formed with minute irregularities. That is, the third embodiment of the present invention corresponds to an embodiment in which the surfaces of the electrodes in the first embodiment are provided with the minute irregularities, whereas the fourth embodiment of the present invention corresponds to an embodiment in which the surfaces of the electrodes in the second embodiment are provided with the minute irregularities. In the case of forming the surfaces of the electrodes with the minute irregularities, it is necessary to form the minute irregularities on the surface of the insulating layer underlying the electrodes and dispose

electrode material on the surface provided with the minute irregularities. Since the electrodes 13a are formed in a thin film by sputtering or the like in a small thickness of 1  $\mu\text{m}$  or below, the shape of the surfaces of the electrodes conforms to the minute irregular surface of the insulating layer.

[0020]

The above-mentioned language "minute irregularities" means that irregularities capable of preventing the deterioration of the visibility of images displayed on the liquid crystal display apparatus by the specular reflection of external matters in the liquid crystal display apparatus. However, since the irregularities are dependent on the thickness of a liquid crystal layer 15, the thickness of the insulating layer, the width of the electrodes 13a and the like, the magnitudes of the irregularities cannot be optionally determined. Usually, the thickness of the liquid crystal layer 15 is 10  $\mu\text{m}$  or below, and is in the range of 1 to 2  $\mu\text{m}$  if the liquid crystal layer 15 is formed of a ferroelectric liquid crystal. Since the thickness of the insulating layer 12 is on the order of several micrometers, the height between ridges and valleys of the irregularities of the insulating layer is 10  $\mu\text{m}$  at the maximum to the wavelengths (400 to 750 nm) of visible radiations at the minimum.

[0021]

The insulating layer 12 insulates the pixel electrodes 13a from each other and there is no particular restriction on material for forming the insulating layer 12. However, it is desirable that a simple process can be available, because a pattern of the insulating layer must be formed. Usually, a positive photosensitive resin which exhibits an insulating property when dried is used as a suitable material. If pattern formation of the insulating layer is performed by mechanical means, such as sandblasting, the insulating layer need not be formed of a photosensitive material, but may be formed of an ordinary insulating material, such as a polymeric material or silicon dioxide. The glass substrates 10a and 10b are spaced a predetermined distance apart by a spacer, and a liquid crystal layer 15 is filled in a space between the alignment films, and peripheral parts of both glass substrates are sealed by a sealing member 16.

[0022]

FIG. 7 is a view showing a contact hole portion of the reflection-type liquid crystal display apparatus according to the second and fourth embodiments of the present invention. FIG. 7(A) shows a sectional view thereof and FIG. 7(B) shows a plan view thereof. That is, a section taken on line A-A in FIG. 7(A) is shown in FIG. 7(A). In FIG. 7(A), the fourth embodiment in which the electrodes 13a are formed with the minute irregularities is shown, whereas in the second

embodiment, the electrodes 13a are formed in a flat shape. Each of the electrodes 13a is isolated by isolated portions 40. In FIG. 7, each of the TFTs 11 formed on the substrate 10a is constituted of an insulating layer 112 of silicon nitride ( $\text{SiN}_x$ ), a semiconductor layer 113 of amorphous silicon (a-Si), a gate electrode 111 and a source electrode 116 which are connected to these elements, and further a drain electrode 115 connected to the display electrode 13a is also formed. Usually, the gate electrodes 111 and the source electrode 116 are formed perpendicularly to each other so as to form a matrix on the substrate. In the reflection-type liquid crystal display apparatus according to the second and fourth embodiments of the present invention, in order to connect the electrodes 13a and the drain electrodes 115, it is necessary to form contact holes 30 to the TFTs in the insulating layer 12 in addition to the isolated portions 40 of the insulating layer 12.

[0023]

FIG. 8 is a perspective view showing a contact hole portion of the reflection-type liquid crystal display apparatus according to the second and fourth embodiments of the present invention. FIG. 8 explicitly shows a state where the electrode 13a is connected through the contact hole 30 formed in the insulating layer 12 to the drain electrode 115. In the fourth embodiment in which the electrode 13a has a surface of a shape conforming to the minute irregularities formed in the insulating layer 12, incident light rays I are reflected irregularly. Preferably, as the liquid crystal layer 15, a guest-host liquid crystal or a polymer dispersion liquid crystal (PDLC) is used.

[0024]

FIG. 5 is a view explaining steps of fabricating the reflection-type liquid crystal display apparatus according to the first and third embodiments of the present invention. Since the electrodes have finished surface provided with the minute irregularities as shown in FIG. 5(G), FIG. 5 exactly shows the steps of fabricating the display apparatus according to the third embodiment. However, the steps of fabricating the liquid crystal display apparatus according to the third embodiment is similar to those of fabricating the liquid crystal display apparatus according to the fifth embodiment only except that the former has no step corresponding to that shown in FIG. 5(C). Therefore, it is possible to explain the fabrication steps in both embodiments referring to FIG. 5. At first, as shown in FIG. 5(A), the substrate 10a which is to be a reflective electrode substrate is prepared. The substrate may be formed of a material in which the entire substrate has a reflective property. The substrate must be formed of a transparent material if a reflecting material is to be formed on the opposing surface to a viewer side. Generally, a flat, smooth glass material is



used. The third embodiment of the present invention is characterized by disposing the insulating layer of a resin material having a surface provided with the minute irregularities on the substrate and forming the reflective electrodes thereon. There are some possible methods of forming the minute irregularities. One of the methods of forming the minute irregularities comprises the steps of forming a positive photosensitive resin layer on a substrate, prebaking and drying the positive photosensitive resin layer, closely superposing a flat transparent material provided with minute irregularities on the photosensitive resin layer, exposing the photosensitive resin layer to light through the flat transparent material to produce minute irregularities on the photosensitive resin layer. As the flat transparent material having a surface provided with the minute irregularities, a ground glass or a mat-finished plastic sheet may be used.

[0025]

FIG. 5(B) shows a state where the positive photosensitive resin layer 12 is applied onto the substrate, and FIG. 5(C) shows a step of exposing the photosensitive resin layer 12 to light emitted by a light source 19 through a flat transparent material 18 provided with minute irregularities. In this exposure, the minute irregularities of the transparent material are not necessarily formed in exactly similar form in the photosensitive resin material. However, it is considered that ridges among the minute irregularities of the transparent material concentrate light rays and hence a solubilization of portions of the photosensitive resin layer corresponding to the ridges among the minute irregularities is prompt, so that the minute irregularities are formed on the photosensitive resin layer in a shape substantially complementary to the minute irregularities of the transparent material. This step of forming the minute irregularities in the insulating layer shown in FIG. 5(C) is omitted from the method of fabricating the liquid crystal display apparatus in the third embodiment, and hence the electrodes of the liquid crystal display apparatus in the first embodiment has flat surfaces.

[0026]

As the positive photosensitive resin material capable of being used for such a purpose, a mixture of cresol novolac resin soluble in an alkaline solution and naphthoquinone azide, or photosensitive acrylic resin is usually used. More specifically, there is, for example, OFPR-800, OFPR-5000, OFPR-8600, TSMR-8800 and TSMR-CRB commercially available from Tokyo Oka Kogyo K.K. Of Japan, and Optmer-PC302 commercially available from Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. Of Japan.

[0027]

As shown in FIG. 5(D), the exposure to the insulating layer 12 for forming the same pattern as the electrode

pattern is performed through a photomask 17. Although this pattern may be exactly identical with the electrode pattern, the area of each of portions of the thus patterned insulating layer 12 may be either equal to or slightly larger than that of the electrodes. It is obvious that portions of the insulating layer corresponding to marginal parts, i.e., peripheral parts around a display part of the liquid crystal display apparatus, and portions of the insulating layer 12 not having any connection with the shape of the electrodes need not have the same shape as the electrode pattern. After the exposure process, when dissolvable portions of the resin layer corresponding to the photomask pattern 17t for forming the isolated portions of the insulating layer is subjected to a developing process, the dissolvable portions of the insulating layer is dissolved and removed, so that the isolated portions 40 of the insulating layer and the minute irregularities 12m can remain on the surface of the photosensitive resin layer (FIG. 5(E)). In addition, it is obvious that the electrodes of the liquid crystal display apparatus in the first embodiment has flat surfaces because the method of fabricating the same does not include any step corresponding to that shown in FIG. 5(C). This also applies to the subsequent steps.

[0028]

Subsequently, a conductive metal material is disposed on the surface provided with the minute irregularities 12m to form the electrode 13a (FIG. 5(F)). Usually, a metal aluminum thin layer is formed by using sputtering or the like. The aluminum thin layer is formed in a thin film having a thickness such that the minute irregularities of the insulating layer are maintained (usually, 1  $\mu\text{m}$  or below). Therefore, the shape of the surfaces of the electrodes almost conforms to the minute irregular surface of the insulating layer. After forming the electrode layer, in order to form a matrix circuit with the counter electrode, the conductive metal thin layer is patterned by removing the metal aluminum layer between the electrodes by means of an ordinary photoetching process to form the electrodes in a predetermined shape of stripes (FIG. 5(G)). Accordingly, In FIG. 5(G), the electrodes 13a extend in the shape of stripes perpendicularly to the sheet of paper.

[0029]

The alignment films are formed respectively on both of the reflective electrode substrate and the counter substrate, the substrates are combined together and sealed around the periphery thereof, and a PDLC or a guest-host liquid crystal is filled in a space between the substrates to complete the reflection-type liquid crystal display apparatus (FIGS. 1 and 3).

[0030]

FIG. 6 is a view explaining steps of fabricating the

reflection-type liquid crystal display apparatus according to the second and fourth embodiments of the present invention. Since the electrodes have finished surface provided with the minute irregularities as shown in FIG. 6(G), FIG. 6 exactly shows the steps of fabricating the display apparatus according to the fourth third embodiment, as FIG. 5. At first, as shown in FIG. 6(A), the substrate 10a which is to be a reflective electrode substrate is prepared. The substrate 10a of the second and fourth embodiments, differing from the cases of the first and third embodiments, is provided with the TFTs 11 thereon. The substrate may be formed of a material in which the entire substrate has a reflective property. The substrate must be formed of a transparent material if a reflecting material is to be formed on the opposing surface to a viewer side. Generally, a flat, smooth glass plate is used. In the fourth embodiment of the present invention, similarly to those of the second embodiment, the insulating material layer having the minute irregularities is formed on the substrate and the reflective electrodes are formed thereon.

[0031]

FIG. 6(B) shows a state where the positive photosensitive resin layer 12 is applied onto the substrate, and FIG. 6(C) shows a step of exposing the photosensitive resin layer 12 to light emitted by a light source 19 through a flat transparent material 18 provided with minute irregularities. The step shown in FIG. 6(C) is omitted in the display apparatus according to the second embodiment of the present invention. Subsequently, an exposure is performed by using a photomask 17 having a pattern 17t and a pattern 17c in order to form isolated portions 40 of the insulating layer on the the surfaces of the electrodes 13a and form contact holes 30 for connection to the TFTs 11 (FIG. 6(D)). After the exposure steps (only the latter for the second embodiment), the thus exposed positive photosensitive resin layer is subjected to a developing step. Consequently, portions of the positive photosensitive resin layer exposed to light and dissolvable in a developer are removed. Therefore, it is possible to form the insulating layer in which the minute irregularities 12m remains on the surface of the photosensitive resin layer and which has the isolated portions 40 of the insulating layer and the contact holes 30 in the TFT portion (FIG. 6(E)). In addition, the positive photosensitive resin may be exposed to light by two exposure steps, i.e., an exposure step employing a photomask provided with the pattern 17t, and an exposure step employing the photomask provided with the contact hole pattern 17c. Either the exposure step employing the photomask provided with the pattern 17t or the exposure step employing the photomask provided with the contact hole pattern 17c may be executed first.

[0032]

Subsequently, a conductive metal material is disposed on the surface provided with the minute irregularities 12m to form the electrode 13a (FIG. 6(F)). Usually, a metal aluminum thin layer is formed by using sputtering or the like. The metal aluminum layer is formed in a thin film having a thickness such that the minute irregularities of the insulating layer are maintained (usually, 1  $\mu\text{m}$  or below). Therefore, the shape of the surfaces of the electrodes almost conforms to the minute irregular surface of the insulating layer. In addition, since the metal aluminum layer is also formed in the contact holes, the drain electrode of the TFT and the electrode 13a are connected to each other. After forming the electrode layer, in order to form a matrix circuit with respect to the counter electrode, the conductive metal thin layer is patterned by removing the metal aluminum layer between the electrodes by means of an ordinary photoetching process to form the electrodes in a predetermined shape of matrix (FIG. 6(G)).

[0033]

The alignment films are formed respectively on both of the reflective electrode substrate and the counter substrate, the substrates are combined together and sealed around the periphery thereof, and a PDLC or a guest-host liquid crystal is filled in a space between the substrates to complete the reflection-type liquid crystal display apparatus (FIGS. 2 and 4).

[0034]

[Working example]

(EXAMPLE 1)

(Passive matrix reflection-type liquid crystal display panel)

<Reflective electrode substrate>

A positive photosensitive overcoating (Optomer PC302 available from Japan Synthetic Rubber Co., Ltd.) was spread by a spin coating method (Rotational speed: 1500 rpm) on a flat glass substrate (Glass 7059 available from Corning Inc.) in a positive photosensitive film of about 1.5  $\mu\text{m}$  in thickness for forming an insulating layer 12 (FIG. 5(B)). Then, the glass substrate was heated at 80 °C for 60 seconds on a hot plate for prebaking.

[0035]

A photomask provided with a pattern of upper electrodes (Width of electrodes: 190  $\mu\text{m}$ , Pitch of electrodes: 200  $\mu\text{m}$ , Intervals between electrodes: 10  $\mu\text{m}$ ) was put on the positive photosensitive film in close contact with the positive photosensitive film, and then the positive photosensitive film was exposed to light emitted by an extra-high pressure mercury lamp (Power: 15  $\text{mW}/\text{cm}^2$ , Wavelength: 405 nm) for 15 seconds (FIG. 5(D)). Subsequently, the exposed positive photosensitive film was immersed in a developing solution

prepared by diluting PD523AD, a developer available from Japan Synthetic Rubber Co., Ltd., 11.9 times for 90 seconds for development (FIG. 5(E)). The entire surface of the thus developed positive photosensitive film was exposed to light emitted by an extra-high pressure mercury lamp (Power: 15 mW/cm<sup>2</sup>, Wavelength: 405 nm) for 30 seconds, and then the positive photosensitive film was heated at 220 °C for 60 minutes in an oven for postbaking. Since the liquid crystal display apparatus in Example 1 is a trial piece of the liquid crystal display apparatus in the first embodiment, the process shown in FIG. 5(C) was omitted.

[0036]

In order to form an electrode layer having reflective function on an insulating layer, a 0.2 µm thick aluminum layer was deposited by a sputtering process over the insulating layer 12 (FIG. 5(F)). The aluminum thin layer was exposed to light after photomask alignment was patterned by an ordinary patterning process using a photomask to form stripe-shaped electrodes so as to set 190 µm wide electrodes at intervals of 10 µm (FIG. 5(G)).

[0037]

<Counter substrate>

A 0.15 µm thick ITO film was deposited over a surface of a transparent glass substrate (Glass 7059 available from Corning Inc.) by a sputtering process to be formed in a stripe shape orthogonal to the electrodes of the electrode substrate to complete a counter substrate in which a transparent electrode pattern is formed.

[00038]

<Assembly of liquid crystal display panel>

Alignment films were formed on both of the reflective electrode substrate and the counter substrate, the both substrates were sealed therebetween, and a guest-host liquid crystal containing 1.25% dichromatic dye was filled in the space between the substrates to complete a liquid crystal panel. When the reflection-type liquid crystal panel was driven, the liquid crystal was not disturbed by leakage current, and the liquid crystal panel lighted in white and displayed images in satisfactory visibility.

[0039]

(Comparative Example 1)

A sample of Comparative Example 1 was fabricated by processes similar to that of fabricating the reflection-type liquid crystal display panel in Example 1. The reflection-type liquid crystal display panel in Comparative Example 1 was provided with a planarly continuous insulating layer without the patterning step, an aluminum thin film of a thickness equal to that of the aluminum thin film of Example 1 was formed on the insulating layer, the aluminum thin film was patterned in stripe-shaped electrodes having a width equal to that of the electrodes of the Example 1 and arranged

at a pitch equal to that of the electrodes of Example 1. Other conditions for fabricating the liquid crystal display panel in Comparative Example 1 were the same as those for fabricating the liquid crystal display panel in Example 1. The result is that a large leakage current flowed in the insulating layer, and the visibility of images displayed thereon was inferior to that of images displayed on the reflection-type liquid crystal display panel in Example 1.

[0040]

(EXAMPLE 2)

(TFT reflection-type liquid crystal display panel)

<Reflective electrode substrate>

As a substrate, a substrate in which TFTs matrix was formed on a glass (Glass 7059 available from Corning Inc.) was used (FIG. 6(A)), and similar to the Example 1, a positive photosensitive overcoating (Optomer PC302 available from Japan Synthetic Rubber Co., Ltd.) was spread by a spin coating method (Rotational speed: 1500 rpm) on the glass substrate to form a film of about 1.5  $\mu\text{m}$  in thickness for forming an insulating layer 12 (FIG. 6(B)). Then, the substrate was heated at 80 °C for 60 seconds on a hot plate for prebaking. A ground glass plate 18 (Ground Glass #1500 available from Koei Kagaku K.K.) was put on the positive photosensitive film in close contact with the positive photosensitive film on the side of the insulating layer, and then the positive photosensitive film was exposed to light emitted by an extra-high pressure mercury lamp 19 (Power: 15  $\text{mW}/\text{cm}^2$ , Wavelength: 405 nm) for 3 seconds (FIG. 6(C)).

[0041]

Subsequently, a photomask 17 provided with a contact hole pattern 17c for forming contact holes and a pattern 17t for dividing the positive photosensitive film (Width of electrodes: 190  $\mu\text{m}$ , Pitch of electrodes: 200  $\mu\text{m}$ , Intervals between electrodes: 10  $\mu\text{m}$ ) was superposed on the positive photosensitive film and the positive photosensitive film was exposed to light emitted by an extra-high pressure mercury lamp (Power: 15  $\text{mW}/\text{cm}^2$ , Wavelength: 405 nm) for 15 seconds through the photomask 17 (FIG. 6(D)). This is for connecting the drain electrodes of the TFTs to the reflective electrode layer formed on the positive photosensitive film and to form isolated portions of an insulating layer. Then the exposed positive photosensitive film was immersed in a developing solution prepared by diluting PD523AD, a developer available from Japan Synthetic Rubber Co., Ltd., 11.9 times for 90 seconds for development (FIG. 6(E)). Then, the entire surface of the positive photosensitive film was exposed to light emitted by an extra-high pressure mercury lamp (Power: 15  $\text{mW}/\text{cm}^2$ , Wavelength: 405 nm) for 30 seconds, and then the positive photosensitive film was heated in an oven at 220 °C for 60 minutes for postbaking. Minute irregularities substantially complementary to those of the ground glass

plate were formed in the surface of the insulating layer. In order to form an electrode layer having reflective function on an insulating layer, a 0.2  $\mu\text{m}$  thick aluminum layer was deposited by a sputtering process over the insulating layer (FIG. 6(F)). The aluminum layer was patterned by an ordinary patterning process to form the electrode layer pattern (FIG. 6(G)).

[0042]

FIG. 9 is a graph showing a result of measuring surface roughness of the ground glass plate used for forming the minute irregularities, by a stylus-type profilometer. When the minute irregularities in the surface of the ground glass plate are measured in a range of 500  $\mu\text{m}$  by means of the stylus-type profilometer (Dektak 16000 available from Dektak Inc.), irregularities shown in a graph of FIG. 9 were obtained. The arithmetical average  $R_a$  of the surface roughness of the ground glass plate was 3192  $\text{\AA}$  (about 0.3  $\mu\text{m}$ ), and the maximum height  $R_{\text{max}}$  (a distance between the maximum height of ridges and the maximum depth of valleys) was about 22,000  $\text{\AA}$  (about 2.2  $\mu\text{m}$ ). In FIG. 9, indicated at R is a position (106.38  $\mu\text{m}$  from the start of the measurement) where the sampling of measured data for calculation is started and at M is a position (425.53  $\mu\text{m}$  from the start of the measurement) where the sampling of measured data for calculation was ended.

[0043]

<Counter substrate>

A 0.15  $\mu\text{m}$  thick ITO film was deposited over a surface of a transparent glass substrate (Glass 7059 available from Corning Inc.) by a sputtering process to form a transparent electrode on the entire surface to complete a counter substrate.

[0044]

<Assembly of liquid crystal display panel>

Alignment films were formed on both of the reflective electrode substrate and the counter substrate, the both substrates were sealed therebetween, and a guest-host liquid crystal containing 1.25% dichromatic dye was filled in the space between the substrates to complete a liquid crystal panel. When the reflection-type liquid crystal panel was driven, the liquid crystal was not disturbed by leakage current, and the liquid crystal display panel lighted in white and displayed images in satisfactory visibility.

[0045]

(Comparative Example 2)

A sample of Comparative Example 2 was fabricated by processes similar to that of fabricating the reflection-type liquid crystal display panel in Example 2. Although the insulating layer of the Comparative Example 2 having the same material and thickness as the insulating layer of the Example was formed on the substrate and minute irregularities was



also provided, the insulating layer was not divided into isolated portions. The reflection-type liquid crystal display panel in Comparative Example 2 was the same in other respects as the reflection-type liquid crystal display panel in Example 2. The result is that a large leakage current flowed in the insulating layer, and the visibility of images displayed thereon was inferior to that of images displayed on the reflection-type liquid crystal display panel in Example 2.

[0046]

[Effect of the invention]

According to the reflection-type liquid crystal display apparatus of the present invention, since the electrodes are formed on the insulating layers isolated from each other, it is possible to obtain the liquid crystal display apparatus in which current leakage between the electrodes is suppressed and has a stable image without image deterioration. Further, according to the method of fabricating the reflection-type liquid crystal display apparatus, it is possible to easily fabricate such a display apparatus having excellent image visibility.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[FIG. 1] A view showing a reflection-type liquid crystal display apparatus according to a first embodiment of the present invention.

[FIG. 2] A view showing a reflection-type liquid crystal display apparatus according to a second embodiment of the present invention.

[FIG. 3] A view showing a reflection-type liquid crystal display apparatus according to a third embodiment of the present invention.

[FIG. 4] A view showing a reflection-type liquid crystal display apparatus according to a fourth embodiment of the present invention.

[FIG. 5] A view explaining steps of fabricating the reflection-type liquid crystal display apparatus according to the first and third embodiments of the present invention.

[FIG. 6] A view explaining steps of fabricating the reflection-type liquid crystal display apparatus according to the second and fourth embodiments of the present invention.

[FIG. 7] A view showing a contact hole portion of the reflection-type liquid crystal display apparatus according to the second and fourth embodiments of the present invention.

[FIG. 8] A perspective view showing the contact hole portion of the reflection-type liquid crystal display apparatus according to the second and fourth embodiments of the present invention.

[FIG. 9] A graph showing a result of measuring surface roughness of the ground glass plate used for forming the minute irregularities, by a stylus-type profilometer.

[FIG. 10] A view showing a conventional monochromatic reflection-type liquid crystal display apparatus 20.

[FIG. 11] A view showing a conventional monochromatic reflection-type liquid crystal display apparatus 20 using TFTs.

[Explanation of Numerals]

10 and 20	Liquid crystal display apparatus
10a, 10b, 20a and 20b	Substrate
11 and 21	TFTs
12	Positive photosensitive resin layer or insulating layer
12m	Minute irregularities
13a, 13b, 23a and 23b	Electrodes
14a, 14b, 24a and 24b	Alignment film
15 and 25	Liquid crystal layer
16 and 26	Sealing member
17	Photomask
17c	Pattern for forming isolated portions
17t	Pattern for forming contact holes
18	Planar light transmitting material having minute irregularities
19	Light source
30	Contact holes
40	Isolated portions
111	Gate electrode
112	Insulating layer of SiN <sub>x</sub>
113	Semiconductor layer of amorphous silicon
115	Drain electrode
116	Source electrode

## [ABSTRACT]

[PROBLEM] To provide a reflection-type liquid crystal display apparatus in which current leakage between electrodes is suppressed, and a method of fabricating the same.

[SOLUTION] In a reflection-type liquid crystal display apparatus provided with electrodes having a reflection property on surfaces thereof, an insulating layer underlying an electrode layer is formed in the same pattern as that of the electrodes and isolated portions of the insulating layer are isolated from each other. Consequently, it is possible to suppress current leakage between the electrodes. In addition, minute irregularities are formed on a surface of the insulating layer at the same time in pattern formation of the insulating layer. Consequently, light of external matters is not reflected by the surfaces of the electrodes in a specular reflection mode, and it is also possible to improve image visibility from a viewer side. Such an insulating layer can be formed by forming a positive photosensitive material layer on a substrate, thereafter exposing the insulating layer to light in substantially the same pattern as that of the electrodes and etching the exposed insulating layer.

FIG. 9

MEASUREMENT RESULT FOR GROUND GLASS PLATE  
MEASURED BY DEKTAK16000 (STYLUS-TYPE PROFILOMETER)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**